

BREVATOME

3 RUE DU DOCTEUR LANCEREAUX
75008 PARIS

DEMANDE DE : BREVET
NO : 9902289000 DU 24/02/99
V/REF. : B 13094.3/PV UD 188

PARIS, LE 14 JANVIER 2000

NOTIFICATION D'UN RAPPORT DE RECHERCHE PRELIMINAIRE
AVEC REPONSE OBLIGATOIRE

Messieurs,

J'ai l'honneur de vous adresser, en annexe, le rapport de recherche préliminaire établi conformément à l'article R.612-57 du code de la propriété intellectuelle, citant les documents qui peuvent être pris en considération pour apprécier la nouveauté et l'activité inventive de l'invention, objet de votre demande.

Selon l'article R.612-59 du code précité, vous disposez d'un délai de **3 mois** à compter de la date de réception de ce rapport de recherche préliminaire pour y répondre par écrit. Avant l'expiration de ce délai, celui-ci peut être renouvelé une fois sur votre requête.

Suivant la catégorie des documents cités, vous pouvez être tenu à une obligation de réponse (par exemple, si le rapport de recherche préliminaire mentionne des documents de catégorie **X ou Y**). Dans ce cas, un papillon **rouge** est apposé sur cette lettre et le défaut de réponse entraînera le rejet de la demande. Dans le cas contraire, ce papillon est **jaune**.

Dans tous les cas, il est de votre intérêt en élaborant votre réponse, de tenir compte de tous les documents cités.

Selon les articles R.612-58 et R.612-60 du code précité, votre réponse peut consister :

- soit en de nouvelles revendications (en 3 exemplaires). Dans ce cas, vous devez signaler les changements apportés aux revendications initiales. Vous pouvez y joindre des observations qui mettent en évidence les caractéristiques techniques de ces nouvelles revendications qui échappent à l'opposabilité des antériorités citées.

- soit seulement en des observations qui ont alors pour objet de discuter l'opposabilité des antériorités citées.

Veuillez agréer l'expression de ma considération distinguée.

Pour le Directeur général de l'Institut national
de la propriété industrielle

Le Chef du département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT
NATIONAL DE
LA PROPRIETE
INDUSTRIELLE

SIEGE
26 bis, rue de Saint Petersburg
75800 PARIS cedex 08
Téléphone : 01 53 04 53 04
Télécopie : 01 42 93 59 30

Translation of Category of Cited Documents in the attached foreign language Search Report:

- X: particularly relevant if taken alone
 - Y: particularly relevant if combined with another document of the same category
 - A: relevant to at least one claim or as technological background
 - O: non-written disclosure
 - P: intermediate document
 - T: theory or principle underlying the invention
 - E: document entitled to a date prior to the filing date but which was not published until the filing date or a later date
 - D: document cited in the application
 - L: document cited for other reasons
-
- &: member of the same patent family, corresponding document

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
X /	US 4 150 315 A (YANG KEI-HSIUNG) / 17 avril 1979 (1979-04-17) * colonne 3, ligne 8 - colonne 4, ligne 3; figures 1,1A *	1,2,4-7
A,D /	GERSTENMAYER J -L: "High DQE performance X-and gamma-ray fast imagers: emergent concepts" NINTH SYMPOSIUM ON RADIATION MEASUREMENTS AND APPLICATIONS, ANN ARBOR, MI, USA, 11-14 MAY 1998, vol. 422, no. 1-3, pages 649-655, XP002122999 Nuclear Instruments & Methods in Physics Research, Section A (Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment), 11 Feb. 1999, Elsevier, Netherlands ISSN: 0168-9002 * page 652, colonne 1, ligne 16 - colonne 2, ligne 34; figure 6 *	1,8,9
A,D /	JEAUVONS A P ET AL: "HIGH-DENSITY MULTIWIRE DRIFT CHAMBER" NUCL INSTRUM METHODS MAR 1 1975, vol. 124, no. 2, 1 mars 1975 (1975-03-01), pages 491-503, XP002123000 * page 492, colonne 1, ligne 5 - page 493, colonne 1, ligne 19; figure 1 * * page 494, colonne 1, ligne 16 - ligne 24 *	1,10
A /	EP 0 678 896 A (CHARPAK GEORGES) / 25 octobre 1995 (1995-10-25) * colonne 9, ligne 49 - colonne 11, ligne 20; figure 3 *	1
<div style="text-align: center;">Date d'achèvement de la recherche</div> <div style="text-align: center;">28 décembre 1999</div>		<div style="text-align: center;">Examineur</div> <div style="text-align: center;">Anderson, A</div>

CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES

X : particulièrement pertinent à lui seul

Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie

A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général

O : divulgation non-écrite

P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention

E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.

D : cité dans la demande

L : cité pour d'autres raisons

& : membre de la même famille, document correspondant

RAPPORT DE RECHERCHE
PRELIMINAIREétabli sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la rechercheN° d'enregistrement
nationalFA 568646
FR 9902289

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	
A	SUZUKI M ET AL: "ON THE OPTICAL READOUT OF GAS AVALANCHE CHAMBERS AND ITS APPLICATIONS" FRONT DETECT FOR FRONT PHYS, PROC OF THE THIRD PISA MEET ON ADV DETECT, CASTIGLIONE;DELLA PESCAIA, ITALY JUN 3-7 1986, vol. A263, no. 1, 1 janvier 1986 (1986-01-01), pages 237-242, XP002123032 Nucl Instrum Methods Phys Res Jan 1 1986 * page 239, colonne 1, ligne 3 - ligne 8 *	14
		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.CL.6)
Date d'achèvement de la recherche		Examineur
28 décembre 1999		Anderson, A
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant</p>		

1

EPO FORM 1503 03.82 (P04C13)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRELIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO.**

FA 568646
FR 9902289

La présente annex indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Lesdits membres sont contenus au fichier informatiqu de l'Office européen des brevets à la date du

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n' ngagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

28-12-1999

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4150315 A	17-04-1979	US 4117365 A	26-09-1978
		US 4147948 A	03-04-1979
		US 4147949 A	03-04-1979

EP 0678896 A	25-10-1995	FR 2718633 A	20-10-1995
		DE 69500569 D	25-09-1997
		DE 69500569 T	26-02-1998
		ES 2105848 T	16-10-1997
		US 5521956 A	28-05-1996

EPO FORM P0485

TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

PCT

NOTIFICATION D'ELECTION

(règle 61.2 du PCT)

Expéditeur: le BUREAU INTERNATIONAL

Destinataire:

Assistant Commissioner for Patents
 United States Patent and Trademark
 Office
 Box PCT
 Washington, D.C.20231
 ETATS-UNIS D'AMERIQUE

en sa qualité d'office élu

Date d'expédition (jour/mois/année)

11 octobre 2000 (11.10.00)

Demande internationale no

PCT/FR00/00448

Référence du dossier du déposant ou du mandataire

B 13094.3 PV

Date du dépôt international (jour/mois/année)

23 février 2000 (23.02.00)

Date de priorité (jour/mois/année)

24 février 1999 (24.02.99)

Déposant

GERSTENMAYER, Jean-Louis etc

1. L'office désigné est avisé de son élection qui a été faite:



dans la demande d'examen préliminaire international présentée à l'administration chargée de l'examen préliminaire international le:

10 août 2000 (10.08.00)



dans une déclaration visant une élection ultérieure déposée auprès du Bureau international le:

2. L'élection



a été faite



n'a pas été faite

avant l'expiration d'un délai de 19 mois à compter de la date de priorité ou, lorsque la règle 32 s'applique, dans le délai visé à la règle 32.2b).

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Internal Application No

PCT/FR 00/00448

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 G01T1/185 G01T1/29

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 GOIT HOIJ

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>US 4 150 315 A (YANG KEI-HSIUNG) 17 April 1979 (1979-04-17) column 3, line 8 -column 4, line 3; figures 1,1A</p> <p style="text-align: center;">---</p> <p style="text-align: center;">-/-</p>	1,2,4-7

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *^T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *^X document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *^Y document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *^S document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

25 May 2000

Date of mailing of the international search report

05/06/2000

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Anderson, A

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 00/00448

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>GERSTENMAYER J -L: "High DQE performance X-and gamma-ray fast imagers: emergent concepts"</p> <p>NINTH SYMPOSIUM ON RADIATION MEASUREMENTS AND APPLICATIONS, ANN ARBOR, MI, USA, 11-14 MAY 1998, vol. 422, no. 1-3, pages 649-655, XP002122999</p> <p>Nuclear Instruments & Methods in Physics Research, Section A (Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment), 11 Feb. 1999, Elsevier, Netherlands</p> <p>ISSN: 0168-9002</p> <p>cited in the application</p> <p>page 652, column 1, line 16 -column 2, line 34; figure 6</p>	1,8,9
A	<p>JEAUVONS A P ET AL: "HIGH-DENSITY MULTIWIREDRIFT CHAMBER"</p> <p>NUCL INSTRUM METHODS MAR 1 1975, vol. 124, no. 2, 1 March 1975 (1975-03-01), pages 491-503, XP002123000</p> <p>cited in the application</p> <p>page 492, column 1, line 5 -page 493, column 1, line 19; figure 1</p> <p>page 494, column 1, line 16 - line 24</p>	1,10
A	<p>EP 0 678 896 A (CHARPAK GEORGES)</p> <p>25 October 1995 (1995-10-25)</p> <p>column 9, line 49 -column 11, line 20; figure 3</p>	1
A	<p>SUZUKI M ET AL: "ON THE OPTICAL READOUT OF GAS AVALANCHE CHAMBERS AND ITS APPLICATIONS"</p> <p>FRONT DETECT FOR FRONT PHYS, PROC OF THE THIRD PISA MEET ON ADV DETECT, CASTIGLIONE;DELLA PESCAIA, ITALY JUN 3-7 1986, vol. A263, no. 1, 1 January 1986 (1986-01-01), pages 237-242, XP002123032</p> <p>Nucl Instrum Methods Phys Res Jan 1 1986</p> <p>page 239, column 1, line 3 - line 8</p>	15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

information on patent family members

International Application No

PCT/FR 00/00448

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4150315 A	17-04-1979	US 4117365 A US 4147948 A US 4147949 A	26-09-1978 03-04-1979 03-04-1979
EP 0678896 A	25-10-1995	FR 2718633 A DE 69500569 D DE 69500569 T ES 2105848 T US 5521956 A	20-10-1995 25-09-1997 26-02-1998 16-10-1997 28-05-1996



REC'D 26 MAR 2001

WIPO

PCT

RAPPORT D'EXAMEN PRELIMINAIRE INTERNATIONAL

(article 36 et règle 70 du PCT)

Référence du dossier du déposant ou du mandataire B 13094.3 PV	POUR SUITE A DONNER voir la notification de transmission du rapport d'examen préliminaire international (formulaire PCT/IPEA/416)	
Demande internationale n° PCT/FR00/00448	Date du dépôt international (jour/mois/année) 23/02/2000	Date de priorité (jour/mois/année) 24/02/1999
Classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois classification nationale et CIB G01T1/185		
Déposant COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE et al.		
<p>1. Le présent rapport d'examen préliminaire international, établi par l'administration chargée de l'examen préliminaire international, est transmis au déposant conformément à l'article 36.</p> <p>2. Ce RAPPORT comprend 6 feuilles, y compris la présente feuille de couverture.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Il est accompagné d'ANNEXES, c'est-à-dire de feuilles de la description, des revendications ou des dessins qui ont été modifiées et qui servent de base au présent rapport ou de feuilles contenant des rectifications faites auprès de l'administration chargée de l'examen préliminaire international (voir la règle 70.16 et l'instruction 607 des Instructions administratives du PCT).</p> <p>Ces annexes comprennent 1 feuilles.</p>		
<p>3. Le présent rapport contient des indications relatives aux points suivants:</p> <ul style="list-style-type: none">I <input checked="" type="checkbox"/> Base du rapportII <input type="checkbox"/> PrioritéIII <input type="checkbox"/> Absence de formulation d'opinion quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielleIV <input type="checkbox"/> Absence d'unité de l'inventionV <input checked="" type="checkbox"/> Déclaration motivée selon l'article 35(2) quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclarationVI <input type="checkbox"/> Certains documents citésVII <input type="checkbox"/> Irrégularités dans la demande internationaleVIII <input type="checkbox"/> Observations relatives à la demande internationale		
Date de présentation de la demande d'examen préliminaire internationale 10/08/2000	Date d'achèvement du présent rapport 22.03.01	
Nom et adresse postale de l'administration chargée de l'examen préliminaire international:  Office européen des brevets D-80298 Munich Tél. +49 89 2399 - 0 Tx: 523656 epmu d Fax: +49 89 2399 - 4465	Fonctionnaire autorisé Rabenstein, W N° de téléphone +49 89 2399 2450 	

I. Bas du rapport

1. Ce rapport a été rédigé sur la base des éléments ci-après (*les feuilles de remplacement qui ont été remises à l'office récepteur en réponse à une invitation faite conformément à l'article 14 sont considérées dans le présent rapport comme "initialement déposées" et ne sont pas jointes en annexe au rapport puisqu'elles ne contiennent pas de modifications (règles 70.16 et 70.17.)*) :

Description, pages:

1-3,5-23 version initiale

4 reçue(s) le 02/12/2000 avec la lettre du 27/11/2000

Revendications, N°:

1-17 version initiale

Dessins, feuilles:

1/4-4/4 version initiale

2. En ce qui concerne la **langue**, tous les éléments indiqués ci-dessus étaient à la disposition de l'administration ou lui ont été remis dans la langue dans laquelle la demande internationale a été déposée, sauf indication contraire donnée sous ce point.

Ces éléments étaient à la disposition de l'administration ou lui ont été remis dans la langue suivante: , qui est :

- ☐ la langue d'une traduction remise aux fins de la recherche internationale (selon la règle 23.1(b)).
- ☐ la langue de publication de la demande internationale (selon la règle 48.3(b)).
- ☐ la langue de la traduction remise aux fins de l'examen préliminaire internationale (selon la règle 55.2 ou 55.3).

3. En ce qui concerne les **séquences de nucléotides ou d'acide aminés** divulguées dans la demande internationale (le cas échéant), l'examen préliminaire internationale a été effectué sur la base du listage des séquences :

- ☐ contenu dans la demande internationale, sous forme écrite.
- ☐ déposé avec la demande internationale, sous forme déchiffrable par ordinateur.
- ☐ remis ultérieurement à l'administration, sous forme écrite.
- ☐ remis ultérieurement à l'administration, sous forme déchiffrable par ordinateur.
- ☐ La déclaration, selon laquelle le listage des séquences par écrit et fourni ultérieurement ne va pas au-delà de la divulgation faite dans la demande telle que déposée, a été fournie.
- ☐ La déclaration, selon laquelle les informations enregistrées sous déchiffrable par ordinateur sont identiques à celles du listage des séquences Présenté par écrit, a été fournie.

**RAPPORT D'EXAMEN
PRÉLIMINAIRE INTERNATIONAL**

Demande internationale n° PCT/FR00/00448

4. Les modifications ont entraîné l'annulation :

- ☐ de la description, pages :
- ☐ des revendications, n°s :
- ☐ des dessins, feuilles :

5. ☐ Le présent rapport a été formulé abstraction faite (de certaines) des modifications, qui ont été considérées comme allant au-delà de l'exposé de l'invention tel qu'il a été déposé, comme il est indiqué ci-après (règle 70.2(c)) :

(Toute feuille de remplacement comportant des modifications de cette nature doit être indiquée au point 1 et annexée au présent rapport)

6. Observations complémentaires, le cas échéant :

V. Déclaration motivée selon l'article 35(2) quant à la nouveauté, l'activité inventive et la possibilité d'application industrielle; citations et explications à l'appui de cette déclaration

1. Déclaration

Nouveauté	Oui : Revendications 1-17
	Non : Revendications
Activité inventive	Oui : Revendications 3, 15-17
	Non : Revendications 1, 2, 4-14
Possibilité d'application industrielle	Oui : Revendications 1-17
	Non : Revendications

2. Citations et explications
voir feuille séparée

Concernant le point V

1 Il est fait référence aux documents suivants :

D1: US-A-4 150 315 (YANG KEI-HSIUNG) 17 avril 1979 (1979-04-17)

D2: GERSTENMAYER J -L: 'High DQE performance X-and gamma-ray fast imagers: emergent concepts' NINTH SYMPOSIUM ON RADIATION MEASUREMENTS AND APPLICATIONS, ANN ARBOR, MI, USA, 11-14 MAY 1998, vol. 422, no. 1-3, pages 649-655, XP002122999 Nuclear Instruments & Methods in Physics Research, Section A (Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment), 11 Feb. 1999, Elsevier, Netherlands ISSN: 0168-9002

D3: JEAUVONS A P ET AL: 'HIGH-DENSITY MULTIWIREDRIFT CHAMBER' NUCL INSTRUM METHODS MAR 1 1975, vol. 124, no. 2, 1 mars 1975 (1975-03-01), pages 491-503, XP002123000

2 Le document D1, figure 1a, révèle un détecteur bidimensionnel d'un rayonnement ionisant comprenant les caractéristiques suivantes de la revendication 1 :

- un bloc formé à partir d'un matériau convertisseur qui émet des particules par interaction avec le rayonnement ionisant (signe de référence 20 dans D1, figures 1, 1a) ;
- le bloc comprend des fentes parallèles qui traversent le bloc (22 ; le bloc selon D1 comprend en plus des fentes perpendiculaires aux premières fentes ; on pourrait aussi regarder la structure selon D1, figure 1, comme une combinaison de plusieurs couches d'un matériau, chaque couche formant un bloc qui comprendrait dans ce cas seulement des fentes dans une direction) ;
- les fentes sont remplies d'un milieu fluide capable d'interagir avec les deuxièmes particules pour produire des troisièmes particules (figure 1 et colonne 3, lignes 62 à 65) ;
- le bloc est orienté de façon à présenter au rayonnement incident une première face sur laquelle débouchent les fentes (figure 1).

La revendication mentionne en plus que

- i) les énergies des particules sont supérieures ou égales à 100 keV et que



- ii) l'épaisseur du bloc est au moins égale au dixième du libre parcours moyen des premières particules.

En plus, selon la description les dimensions de l'appareil et aussi le principe de détection (effet Compton - effet photoélectrique) diffèrent de celui selon D1. Etant donné que ces caractéristiques ne sont pas mentionnées dans la revendication, elles ne sont pas considérées ici.

La caractéristique i) n'est pas une caractéristique du dispositif revendiqué mais des particules qui sont mesurées. En ce qui concerne le détecteur, cette caractéristique implique seulement qu'il doit être possible de mesurer avec ce détecteur des particules ayant une énergie de 100 ou plus keV. Même si cela n'était pas le cas pour le détecteur selon D1 (un détecteur pour un rayonnement de 60 keV pourrait probablement aussi détecter au moins une partie des rayons avec une énergie de 100 keV), l'énergie de 60 keV est donnée dans D1 seulement comme exemple. Dans les applications médicales, il est tout à fait courant d'utiliser des différentes énergies pour des examens de différentes structures (par exemple des énergies relativement élevées pour les poumons). Il serait donc évident pour l'homme du métier, s'il veut mesurer à d'autres énergies, d'adapter l'appareil selon D1 de manière à le rendre utilisable pour son application.

Il est évident que pour détecter un rayonnement, au moins une certaine partie du rayonnement doit interagir avec le détecteur. Il est donc nécessaire de l'épaisseur du matériau tel que qu'elle correspond à une partie minimale du libre parcours moyen des particules à détecter. Le choix d'une valeur particulier (un dixième dans la revendication) fait part du travail normal de l'homme du métier.

Cela mène à l'objet de la revendication 1 qui n'implique donc pas une activité inventive (Art. 33(3) PCT).

- 3 La revendication 15 définit un procédé de fabrication du détecteur selon la revendication 1 selon lequel on découpe le matériau pour obtenir les fentes. Avec une telle technique, on ne pourrait pas former les structures comme montrées dans les figures 1 et 2 de D1. Aucun autre document ne révèle un procédé pour obtenir un détecteur avec des fentes par découpage. L'objet de la revendication 15, et donc aussi des revendications dépendantes 16 et 17, est donc nouveau et

implique une activité inventive.

- 4 L'idée de la revendication 3 est l'amélioration du pouvoir d'arrêt par l'inclinaison du plan des fentes. Cette idée n'est révélée dans aucun des documents du rapport de recherche. L'objet de la revendication 3 est donc également nouveau et implique une activité inventive.
- 5 L'objet des autres revendications dépendantes n'implique pas une activité inventive pour les raisons suivantes :
 - revendication 2 : cette caractéristique est révélée dans D1, voir figure 1 ;
 - revendications 4 à 7 : voir D1, colonne 3, lignes 62 à colonne 4, ligne 3 ;
 - revendications 8, 9 : la détection optique au moyen d'un gaz scintillant est connue de dispositifs similaires, voir D2, page 652, colonne de droite, dernières lignes ;
 - revendication 10 : un empilement de différentes couches de matériaux comme revendiqué est par exemple révélé dans D3, figure 1 ;
 - revendication 11 : cette revendication ne semble définir qu'une couche électrode, présente dans tous les documents de l'état de la technique ;
 - revendication 12 : Noircir les surfaces pour éviter des réflexions est une mesure normale dans tous les détecteurs optiques ;
 - revendications 13, 14 : Le principe de plusieurs couches d'un matériau absorbant la radiation étant connue, ces revendications ne semblent définir que des moyens pour mettre ce principe en pratique, ce qui fait partie du travail normal de l'homme du métier.

éclatement de ce matériau et le rend impropre à une utilisation.

Mais l'attaque chimique est une technique lente et coûteuse.

5 De plus, le rendement de collection des électrons secondaires et donc le rendement de ces détecteurs à trous sont limités du fait de l'utilisation de cette technique : seulement 10% à 30% des électrons secondaires créés à chaque ionisation du gaz sont collectés.

10 En effet, une attaque chimique ne permet pas d'obtenir des trous dont les parois internes soient suffisamment cylindriques car elle engendre des étranglements dans les trous, ce qui déforme les lignes du champ électrique et réduit le diamètre utile de ces trous, d'où un rendement global limité pour les détecteurs à trous.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

20 La présente invention a pour but de remédier à ces inconvénients de coût élevé et de rendement limité et propose pour ce faire un détecteur utilisant des fentes au lieu de trous. 1

De façon précise, la présente invention a pour objet un détecteur bidimensionnel d'un rayonnement ionisant incident constitué de premières particules dont les énergies sont supérieures ou égales à 100 keV, ce détecteur comprenant un bloc formé à partir d'un matériau convertisseur qui est apte à émettre des deuxièmes particules par interaction avec le rayonnement ionisant incident, le bloc ayant une épaisseur au moins égale au dixième du libre parcours

1 US 4.150.315 décrit un dispositif de radiographie utilisable pour la détection de rayons X de faible énergie.



1
.
.
7

/

Translation

PATENT COOPERATION TREATY

3

RECEIVED

PCT

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

TC 2800 MAIL ROOM PCT Article 36 and Rule 70)

9/914255

Applicant's or agent's file reference B 13094.3 PV	FOR FURTHER ACTION See Notification of Transmittal of International Preliminary Examination Report (Form PCT/IPEA/416)	
International application No. PCT/FR00/00448	International filing date (day/month/year) 23 February 2000 (23.02.00)	Priority date (day/month/year) 24 February 1999 (24.02.99)
International Patent Classification (IPC) or national classification and IPC G01T 1/185		
Applicant COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE et al.		

1. This international preliminary examination report has been prepared by this International Preliminary Examining Authority and is transmitted to the applicant according to Article 36.
2. This REPORT consists of a total of <u>6</u> sheets, including this cover sheet. <input checked="" type="checkbox"/> This report is also accompanied by ANNEXES, i.e., sheets of the description, claims and/or drawings which have been amended and are the basis for this report and/or sheets containing rectifications made before this Authority (see Rule 70.16 and Section 607 of the Administrative Instructions under the PCT). These annexes consist of a total of <u>1</u> sheets.
3. This report contains indications relating to the following items: I <input checked="" type="checkbox"/> Basis of the report II <input type="checkbox"/> Priority III <input type="checkbox"/> Non-establishment of opinion with regard to novelty, inventive step and industrial applicability IV <input type="checkbox"/> Lack of unity of invention V <input checked="" type="checkbox"/> Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement VI <input type="checkbox"/> Certain documents cited VII <input type="checkbox"/> Certain defects in the international application VIII <input type="checkbox"/> Certain observations on the international application

Date of submission of the demand 10 August 2000 (10.08.00)	Date of completion of this report 22 March 2001 (22.03.2001)
Name and mailing address of the IPEA/EP Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/FR00/00448

I. Basis of the report

1. With regard to the **elements** of the international application:*

- ☐ the international application as originally filed
- ☒ the description:
pages 1-3, 5-23, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages 4, filed with the letter of 27 November 2000 (27.11.2000)
- ☒ the claims:
pages 1-17, as originally filed
pages _____, as amended (together with any statement under Article 19
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____
- ☒ the drawings:
pages 1/4-4/4, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____
- ☐ the sequence listing part of the description:
pages _____, as originally filed
pages _____, filed with the demand
pages _____, filed with the letter of _____

2. With regard to the **language**, all the elements marked above were available or furnished to this Authority in the language in which the international application was filed, unless otherwise indicated under this item.

These elements were available or furnished to this Authority in the following language _____ which is:

- ☐ the language of a translation furnished for the purposes of international search (under Rule 23.1(b)).
- ☐ the language of publication of the international application (under Rule 48.3(b)).
- ☐ the language of the translation furnished for the purposes of international preliminary examination (under Rule 55.2 and/or 55.3).

3. With regard to any **nucleotide and/or amino acid sequence** disclosed in the international application, the international preliminary examination was carried out on the basis of the sequence listing:

- ☐ contained in the international application in written form.
- ☐ filed together with the international application in computer readable form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in written form.
- ☐ furnished subsequently to this Authority in computer readable form.
- ☐ The statement that the subsequently furnished written sequence listing does not go beyond the disclosure in the international application as filed has been furnished.
- ☐ The statement that the information recorded in computer readable form is identical to the written sequence listing has been furnished.

4. ☐ The amendments have resulted in the cancellation of:

- ☐ the description, pages _____
- ☐ the claims, Nos. _____
- ☐ the drawings, sheets/fig _____

5. ☐ This report has been established as if (some of) the amendments had not been made, since they have been considered to go beyond the disclosure as filed, as indicated in the Supplemental Box (Rule 70.2(c)).**

* Replacement sheets which have been furnished to the receiving Office in response to an invitation under Article 14 are referred to in this report as "originally filed" and are not annexed to this report since they do not contain amendments (Rule 70.16 and 70.17).

** Any replacement sheet containing such amendments must be referred to under item 1 and annexed to this report.

INTERNATIONAL PRELIMINARY EXAMINATION REPORT

International application No.

PCT/FR 00/00448

V. Reasoned statement under Article 35(2) with regard to novelty, inventive step or industrial applicability; citations and explanations supporting such statement**1. Statement**

Novelty (N)	Claims	1-17	YES
	Claims		NO
Inventive step (IS)	Claims	3, 15-17	YES
	Claims	1, 2, 4-14	NO
Industrial applicability (IA)	Claims	1-17	YES
	Claims		NO

2. Citations and explanations**1. Reference is made to the following documents:**

D1: US-A-4 150 315 (YANG KEI HSIUNG) 17 April 1979
(1979-04-17)

D2: GERSTENMAYER J-L: 'High DQE performance X-and
gamma-ray fast imagers: emergent concepts'
NINTH SYMPOSIUM ON RADIATION MEASUREMENTS AND
APPLICATIONS, ANN ARBOR, MI, USA, 11-14 MAY
1998, vol. 422, no. 1-3, pages 649-655,
XP002122999 Nuclear Instruments & Methods in
Physics Research, Section A (Accelerators,
Spectrometers, Detectors and Associated
Equipment), 11 February 1999, Elsevier,
Netherlands ISSN: 0168-9002

D3: JEAUVONS A P ET AL: 'HIGH-DENSITY MULTIWIREDRIFT
CHAMBER' NUCL INSTRUM METHODS MAR 1 1975, vol.
124, no.2, 1 March 1975 (1975-03-01), pages
491-503, XP002123000.

2. Document D1, Figure 1a, discloses a two-dimensional ionising radiation detector, which includes the following features of Claim 1:

- a block made from a converting material that emits

particles by interacting with the ionising radiation (reference sign 20 in D1, Figures 1 and 1a);

- Parallel slots extending through the block (22; the block according to D1 also includes slots perpendicular to the first slots; the structure of D1, Figure 1, could also be considered to be a combination of a plurality of layers of a material, with each layer forming a block that, in this case only, would include slots extending in one direction);
- the slots are filled with a fluid medium capable of interacting with the second particles to produce third particles (Figure 1 and Column 3, lines 62 to 65);
- the block is positioned so that a first surface thereof in which the slot openings are located is exposed to the incident radiation (Figure 1).

Furthermore, the claim mentions that

- (i) the energies of the particles are greater than or equal to 100 keV; and that
- (ii) the thickness of the block is equal at least to one tenth of the mean free path of the first particles.

In addition, according to the description, the size of the device and also the detection principle (Compton effect-photoelectric effect) differ from those of D1. Given that these features are not mentioned in the claim, they have not been taken into account here.

Feature (i) is a feature not of the claimed device but of the particles measured. With regard to the detector, this feature only implies that it should

be possible to measure particles with an energy of 100 keV or more using this detector. Even if this were not the case with the detector of D1 (a detector for radiation of 60 keV could probably also detect at least part of 100 keV rays), 60 keV is given in D1 only as an example. For medical purposes, it is very much standard practice to use different energies for examining different structures (for example, relatively high energies are used for examining lungs). Therefore, it would be obvious for a person skilled in the art seeking to take measurements using different energies, to adapt the device according to D1 to make it suitable for this purpose.

It is obvious that, for detecting radiation, at least part of the radiation must interact with the detector. Therefore, the thickness of the material must correspond to a minimum part of the mean free path of the particles to be detected. Selecting a specific value (one tenth, in the claim) forms part of standard practice for a person skilled in the art.

This leads to the subject matter of Claim 1, which, therefore, does not involve an inventive step (PCT Article 33(3)).

3. Claim 15 defines a method for producing the detector of Claim 1, according to which the material is cut to create the slots. Using such a technique, it would not be possible to make the structures shown in Figures 1 and 2 of D1. No other document discloses a method for making a detector with slots that are cut. Consequently, the subject matter of Claim 15, and, therefore, also dependent Claims 16

and 17, is novel and involves an inventive step.

4. The idea behind Claim 3 is to improve the stopping power by tilting the plane of the slots. This idea is not disclosed in any of the documents in the search report. Therefore, the subject matter of Claim 3 is also novel and involves an inventive step.

5. The subject matter of the other dependent claims does not involve an inventive step, for the following reasons:

- Claim 2: this feature is disclosed in D1, see Figure 1;
- Claims 4 to 7: see D1, Column 3, line 62 to Column 4, line 3;
- Claims 8 and 9: optical detection using a scintillating gas is known from similar devices, see D2, page 652, right-hand column, final lines;
- Claim 10: a stack of different layers of material as claimed is, for example, disclosed in D3, Figure 1;
- Claim 11: this claim merely appears to define an electrode layer, which appears in all of the prior art documents;
- Claim 12: blackening surfaces to prevent reflections is standard practice in all optical detectors;
- Claims 13 and 14: since the principle of using a plurality of layers of a radiation-absorbing material is known, these claims only appear to define means for putting this principle into practice, and this forms part of standard practice for a person skilled in the art.

PCT

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

(article 18 et règles 43 et 44 du PCT)

Référence du dossier du déposant ou du mandataire B 13094.3 PV	POUR SUITE A DONNER voir la notification de transmission du rapport de recherche internationale (formulaire PCT/ISA/220) et, le cas échéant, le point 5 ci-après	
Demande internationale n° PCT/FR 00/ 00448	Date du dépôt international(jour/mois/année) 23/02/2000	(Date de priorité (la plus ancienne) (jour/mois/année) 24/02/1999
Déposant COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE et al.		

Le présent rapport de recherche internationale, établi par l'administration chargée de la recherche internationale, est transmis au déposant conformément à l'article 18. Une copie en est transmise au Bureau international.

Ce rapport de recherche internationale comprend 3 feuilles.

☒ Il est aussi accompagné d'une copie de chaque document relatif à l'état de la technique qui y est cité.

1. Base du rapport

a. En ce qui concerne la **langue**, la recherche internationale a été effectuée sur la base de la demande internationale dans la langue dans laquelle elle a été déposée, sauf indication contraire donnée sous le même point.

☐ la recherche internationale a été effectuée sur la base d'une traduction de la demande internationale remise à l'administration.

b. En ce qui concerne **les séquences de nucléotides ou d'acides aminés** divulguées dans la demande internationale (le cas échéant), la recherche internationale a été effectuée sur la base du listage des séquences :

☐ contenu dans la demande internationale, sous forme écrite.

☐ déposée avec la demande internationale, sous forme déchiffrable par ordinateur.

☐ remis ultérieurement à l'administration, sous forme écrite.

☐ remis ultérieurement à l'administration, sous forme déchiffrable par ordinateur.

☐ La déclaration, selon laquelle le listage des séquences présenté par écrit et fourni ultérieurement ne vas pas au-delà de la divulgation faite dans la demande telle que déposée, a été fournie.

☐ La déclaration, selon laquelle les informations enregistrées sous forme déchiffrable par ordinateur sont identiques à celles du listage des séquences présenté par écrit, a été fournie.

2. ☐ Il a été estimé que certaines revendications ne pouvaient pas faire l'objet d'une recherche (voir le cadre I).

3. ☐ Il y a absence d'unité de l'invention (voir le cadre II).

4. En ce qui concerne le titre,

☒ le texte est approuvé tel qu'il a été remis par le déposant.

☐ Le texte a été établi par l'administration et a la teneur suivante:

5. En ce qui concerne l'abrégé,

☒ le texte est approuvé tel qu'il a été remis par le déposant

☐ le texte (reproduit dans le cadre III) a été établi par l'administration conformément à la règle 38.2b). Le déposant peut présenter des observations à l'administration dans un délai d'un mois à compter de la date d'expédition du présent rapport de recherche internationale.

6. La figure des dessins à publier avec l'abrégé est la Figure n°

☒ suggérée par le déposant.

☐ parce que le déposant n'a pas suggéré de figure.

☐ parce que cette figure caractérise mieux l'invention.

1
☐ Aucune des figures n'est à publier.

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Der. le internationale No
PCT/FR 00/00448

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 G01T1/185 G01T1/29

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)

CIB 7 G01T H01J

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	US 4 150 315 A (YANG KEI-HSIUNG) 17 avril 1979 (1979-04-17) colonne 3, ligne 8 - colonne 4, ligne 3; figures 1,1A --- -/--	1,2,4-7



Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents



Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

T document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

X document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

Y document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

Z document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

25 mai 2000

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

05/06/2000

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale

Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Anderson, A

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>GERSTENMAYER J -L: "High DQE performance X-and gamma-ray fast imagers: emergent concepts"</p> <p>NINTH SYMPOSIUM ON RADIATION MEASUREMENTS AND APPLICATIONS, ANN ARBOR, MI, USA, 11-14 MAY 1998, vol. 422, no. 1-3, pages 649-655, XP002122999</p> <p>Nuclear Instruments & Methods in Physics Research, Section A (Accelerators, Spectrometers, Detectors and Associated Equipment), 11 Feb. 1999, Elsevier, Netherlands</p> <p>ISSN: 0168-9002</p> <p>cité dans la demande</p> <p>page 652, colonne 1, ligne 16 -colonne 2, ligne 34; figure 6</p>	1,8,9
A	<p>JEAUVONS A P ET AL: "HIGH-DENSITY MULTIWIREDRIFT CHAMBER"</p> <p>NUCL INSTRUM METHODS MAR 1 1975, vol. 124, no. 2, 1 mars 1975 (1975-03-01), pages 491-503, XP002123000</p> <p>cité dans la demande</p> <p>page 492, colonne 1, ligne 5 -page 493, colonne 1, ligne 19; figure 1</p> <p>page 494, colonne 1, ligne 16 - ligne 24</p>	1,10
A	<p>EP 0 678 896 A (CHARPAK GEORGES)</p> <p>25 octobre 1995 (1995-10-25)</p> <p>colonne 9, ligne 49 -colonne 11, ligne 20; figure 3</p>	1
A	<p>SUZUKI M ET AL: "ON THE OPTICAL READOUT OF GAS AVALANCHE CHAMBERS AND ITS APPLICATIONS"</p> <p>FRONT DETECT FOR FRONT PHYS, PROC OF THE THIRD PISA MEET ON ADV DETECT, CASTIGLIONE;DELLA PESCAIA, ITALY JUN 3-7 1986, vol. A263, no. 1, 1 janvier 1986 (1986-01-01), pages 237-242, XP002123032</p> <p>Nucl Instrum Methods Phys Res Jan 1 1986</p> <p>page 239, colonne 1, ligne 3 - ligne 8</p>	15

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Der. internationale No

PCT/FR 00/00448

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4150315 A	17-04-1979	US 4117365 A	26-09-1978
		US 4147948 A	03-04-1979
		US 4147949 A	03-04-1979
EP 0678896 A	25-10-1995	FR 2718633 A	20-10-1995
		DE 69500569 D	25-09-1997
		DE 69500569 T	26-02-1998
		ES 2105848 T	16-10-1997
		US 5521956 A	28-05-1996



1

1

TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

PCT Rec'd 24 AUG 2001

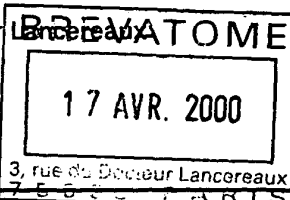
PCT

NOTIFICATION RELATIVE
A LA PRESENTATION OU A LA TRANSMISSION
DU DOCUMENT DE PRIORITE

(instruction administrative 411 du PCT)

Expéditeur : le BUREAU INTERNATIONAL

Destinataire:

WEBER, Etienne
Brevatome
3, rue du Docteur Lancereaux
F-75008 Paris
FRANCE

Date d'expédition (jour/mois/année) 04 avril 2000 (04.04.00)	NOTIFICATION IMPORTANTE
Référence du dossier du déposant ou du mandataire B 13094.3 PV	
Demande internationale no PCT/FR00/00448	Date du dépôt international (jour/mois/année) 23 février 2000 (23.02.00)
Date de publication internationale (jour/mois/année) Pas encore publiée	Date de priorité (jour/mois/année) 24 février 1999 (24.02.99)
Déposant COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE etc	

1. La date de réception (sauf lorsque les lettres "NR" figurent dans la colonne de droite) par le Bureau international du ou des documents de priorité correspondant à la ou aux demandes énumérées ci-après est notifiée au déposant. Sauf indication contraire consistant en un astérisque figurant à côté d'une date de réception, ou les lettres "NR", dans la colonne de droite, le document de priorité en question a été présenté ou transmis au Bureau international d'une manière conforme à la règle 17.1.a) ou b).
2. Ce formulaire met à jour et remplace toute notification relative à la présentation ou à la transmission du document de priorité qui a été envoyée précédemment.
3. Un astérisque(*) figurant à côté d'une date de réception dans la colonne de droite signale un document de priorité présenté ou transmis au Bureau international mais de manière non conforme à la règle 17.1.a) ou b). Dans ce cas, l'attention du déposant est appelée sur la règle 17.1.c) qui stipule qu'aucun office désigné ne peut décider de ne pas tenir compte de la revendication de priorité avant d'avoir donné au déposant la possibilité de remettre le document de priorité dans un délai raisonnable en l'espèce.
4. Les lettres "NR" figurant dans la colonne de droite signalent un document de priorité que le Bureau international n'a pas reçu ou que le déposant n'a pas demandé à l'office récepteur de préparer et de transmettre au Bureau international, conformément à la règle 17.1.a) ou b), respectivement. Dans ce cas, l'attention du déposant est appelée sur la règle 17.1.c) qui stipule qu'aucun office désigné ne peut décider de ne pas tenir compte de la revendication de priorité avant d'avoir donné au déposant la possibilité de remettre le document de priorité dans un délai raisonnable en l'espèce.

<u>Date de priorité</u>	<u>Demande de priorité n°</u>	<u>Pays, office régional ou office récepteur selon le PCT</u>	<u>Date de réception du document de priorité</u>
24 févr 1999 (24.02.99)	99/02289	FR	21 mars 2000 (21.03.00)

Bureau international de l'OMPI
34, chemin des Colombettes
1211 Genève 20, Suisse

Fonctionnaire autorisé:

Tessadel PAMPLIEGA

no de télécopieur (41-22) 740.14.35

no de téléphone (41-22) 338.83.38

TRAITE DE COOPERATION EN MATIERE DE BREVETS

PCT

AVIS INFORMANT LE DEPOSANT DE LA COMMUNICATION DE LA DEMANDE INTERNATIONALE AUX OFFICES DESIGNES

(règle 47.1.c), première phrase, du PCT)

Expéditeur: le BUREAU INTERNATIONAL

Destinataire:

WEBER, Etienne
Brevatome
3, rue du Docteur Lancereaux
F-75008 Paris
FRANCE

BREVATOME

08 SEP. 2000

3, rue du Docteur Lancereaux
75008 PARIS

Date d'expédition (jour/mois/année) 31 août 2000 (31.08.00)		AVIS IMPORTANT	
Référence du dossier du déposant ou du mandataire B 13094.3 PV			
Demande internationale no PCT/FR00/00448	Date du dépôt international (jour/mois/année) 23 février 2000 (23.02.00)	Date de priorité (jour/mois/année) 24 février 1999 (24.02.99)	
Déposant COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE etc			

1. Il est notifié par la présente qu'à la date indiquée ci-dessus comme date d'expédition de cet avis, le Bureau international a communiqué, comme le prévoit l'article 20, la demande internationale aux offices désignés suivants:
US

Conformément à la règle 47.1.c), troisième phrase, ces offices acceptent le présent avis comme preuve déterminante du fait que la communication de la demande internationale a bien eu lieu à la date d'expédition indiquée plus haut, et le déposant n'est pas tenu de remettre de copie de la demande internationale à l'office ou aux offices désignés.

2. Les offices désignés suivants ont renoncé à l'exigence selon laquelle cette communication doit être effectuée à cette date:
CA,EP,IL,JP

La communication sera effectuée seulement sur demande de ces offices. De plus, le déposant n'est pas tenu de remettre de copie de la demande internationale aux offices en question (règle 49.1)a-bis)).

3. Le présent avis est accompagné d'une copie de la demande internationale publiée par le Bureau international le 31 août 2000 (31.08.00) sous le numéro WO 00/50922

RAPPEL CONCERNANT LE CHAPITRE II (article 31.2)a) et règle 54.2)

Si le déposant souhaite reporter l'ouverture de la phase nationale jusqu'à 30 mois (ou plus pour ce qui concerne certains offices) à compter de la date de priorité, la demande d'examen préliminaire international doit être présentée à l'administration compétente chargée de l'examen préliminaire international avant l'expiration d'un délai de 19 mois à compter de la date de priorité.

Il appartient exclusivement au déposant de veiller au respect du délai de 19 mois.

Il est à noter que seul un déposant qui est ressortissant d'un Etat contractant du PCT lié par le chapitre II ou qui y a son domicile peut présenter une demande d'examen préliminaire international.

RAPPEL CONCERNANT L'OUVERTURE DE LA PHASE NATIONALE (article 22 ou 39.1))

Si le déposant souhaite que la demande internationale procède en phase nationale, il doit, dans le délai de 20 mois ou de 30 mois, ou plus pour ce qui concerne certains offices, accomplir les actes mentionnés dans ces dispositions auprès de chaque office désigné ou élu.

Pour d'autres informations importantes concernant les délais et les actes à accomplir pour l'ouverture de la phase nationale, voir l'annexe du formulaire PCT/IB/301 (Notification de la réception de l'exemplaire original) et le volume II du Guide du déposant du PCT.

Bureau international de l'OMPI 34, chemin des Colombettes 1211 Genève 20, Suisse	Fonctionnaire autorisé J. Zahra
no de télécopieur (41-22) 740.14.35	no de téléphone (41-22) 338.83.38

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

IN RE APPLICATION OF: Jean-Louis GERSTENMAYER, et al

SERIAL NUMBER: NEW U.S. PCT APPLICATION (based on PCT/FR00/00448)

FILED: HEREWITH

FOR: BIDIMENSIONAL DETECTOR OF IONIZING RADIATION AND
MANUFACTURING PROCESS FOR THIS DETECTOR

REQUEST FOR CONSIDERATION OF DOCUMENTS
CITED IN INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

In the matter of the above-identified application for patent, notice is hereby given that applicant(s) request that the Examiner consider the documents cited in the International Search Report according to MPEP §609 and so indicate by a statement in the first Office Action that the information has been considered. When the Form PCT/DO/EO/903 indicates both the search report and copies of the documents are present in the national stage file, there is no requirement for the applicant(s) to submit them (1156 O.G. 91 November 23, 1993).

Respectfully submitted,

OBLON, SPIVAK, McCLELLAND,
MAIER & NEUSTADT, P.C.

Marvin J. Spivak
Attorney of Record
Registration No. 24,913
Surinder Sachar
Attorney of Record
Registration No. 34,423



22850

(703) 413-3000
Fax No. (703) 413-2220
(OSMMN 1/97)

100

100

100

100



DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

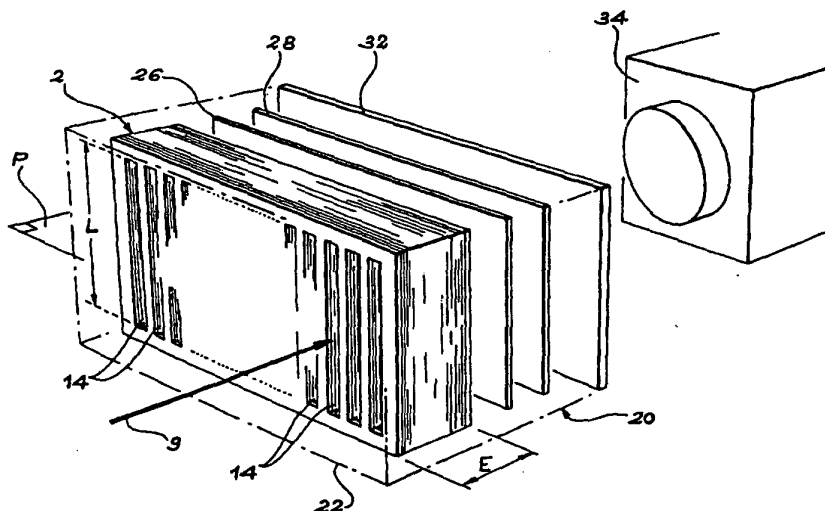
(51) Classification internationale des brevets ⁷ : G01T 1/185, 1/29	A1	(11) Numéro de publication internationale: WO 00/50922 (43) Date de publication internationale: 31 août 2000 (31.08.00)
(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR00/00448 (22) Date de dépôt international: 23 février 2000 (23.02.00) (30) Données relatives à la priorité: 99/02289 24 février 1999 (24.02.99) FR (71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): COMMIS- SARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE [FR/FR]; 31-33, rue de la Fédération, F-75752 Paris 15 ^{ème} (FR). (72) Inventeurs; et (75) Inventeurs/Déposants (US seulement): GERSTENMAYER, Jean-Louis [FR/FR]; 35bis, rue des Trois Fermes, F-91400 Orsay (FR). MAITREJEAN, Serge [FR/FR]; 202, boulevard de Charonne, F-75020 Paris (FR). HENNION, Claude [FR/FR]; 12, rue de la Glacière, F-75013 Paris (FR). DORION, Irène [FR/FR]; 19, rue des Lombards, F-75014 Paris (FR). DESAUTE, Pascal [FR/FR]; 1, Place Emile Landrin, F-75020 Paris (FR). (74) Mandataire: WEBER, Etienne; Brevatome, 3, rue du Docteur Lancereaux, F-75008 Paris (FR).		(81) Etats désignés: CA, IL, JP, US, brevet européen (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Publiée <i>Avec rapport de recherche internationale.</i>

(54) Title: TWO-DIMENSIONAL DETECTOR OF IONISING RADIATION AND METHOD FOR MAKING SAME

(54) Titre: DETECTEUR BIDIMENSIONNEL DE RAYONNEMENTS IONISANTS ET PROCEDE DE FABRICATION DE CE DETECTEUR

(57) Abstract

The invention concerns a two-dimensional detector of ionising radiation and a method for making such a detector. Said detector comprises a block (2) formed from a material emitting secondary particles by interacting with the incident ionising radiation (9) whereof the energy is not less than 100 keV. The block has a thickness not less than one tenth of the mean free path of the particles constituting the incident radiation in the material. The block is traversed by parallel slots (14) which are filled with a fluid medium capable of interacting with the secondary particles to produce other particles representing the radiation. The method for making said detector consists in forming the block, then the slots for example by water jet cutting, electric discharge machining or unwinding stretched yarn. The invention is useful in radiography, for example.



(57) Abrégé

Ce détecteur comprend un bloc (2) formé à partir d'un matériau qui émet des particules secondaires par interaction avec le rayonnement ionisant incident (9) dont l'énergie est supérieure ou égale à 100 keV. Le bloc a une épaisseur au moins égale au dixième du libre parcours moyen des particules constitutives du rayonnement incident dans le matériau. Des fentes parallèles (14) traversent le bloc et sont remplies d'un milieu fluide capable d'interagir avec les particules secondaires pour produire d'autres particules représentatives du rayonnement. On forme le bloc puis les fentes par exemple par découpe par jet d'eau, étincelage ou fil tendu déroulant. L'invention s'applique par exemple à la radiographie.

UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AL	Albanie	ES	Espagne	LS	Lesotho	SI	Slovénie
AM	Arménie	FI	Finlande	LT	Lituanie	SK	Slovaquie
AT	Autriche	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Sénégal
AU	Australie	GA	Gabon	LV	Lettonie	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaïdjan	GB	Royaume-Uni	MC	Monaco	TD	Tchad
BA	Bosnie-Herzégovine	GE	Géorgie	MD	République de Moldova	TG	Togo
BB	Barbade	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tadjikistan
BE	Belgique	GN	Guinée	MK	Ex-République yougoslave de Macédoine	TM	Turkménistan
BF	Burkina Faso	GR	Grèce	ML	Mali	TR	Turquie
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	MN	Mongolie	TT	Trinité-et-Tobago
BJ	Bénin	IE	Irlande	MR	Mauritanie	UA	Ukraine
BR	Brésil	IL	Israël	MW	Malawi	UG	Ouganda
BY	Bélarus	IS	Islande	MX	Mexique	US	Etats-Unis d'Amérique
CA	Canada	IT	Italie	NE	Niger	UZ	Ouzbékistan
CF	République centrafricaine	JP	Japon	NL	Pays-Bas	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NO	Norvège	YU	Yougoslavie
CH	Suisse	KG	Kirghizistan	NZ	Nouvelle-Zélande	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	République populaire démocratique de Corée	PL	Pologne		
CM	Cameroun	KR	République de Corée	PT	Portugal		
CN	Chine	KZ	Kazakstan	RO	Roumanie		
CU	Cuba	LC	Sainte-Lucie	RU	Fédération de Russie		
CZ	République tchèque	LI	Liechtenstein	SD	Soudan		
DE	Allemagne	LK	Sri Lanka	SE	Suède		
DK	Danemark	LR	Libéria	SG	Singapour		
EE	Estonie						

**DÉTECTEUR BIDIMENSIONNEL DE RAYONNEMENTS IONISANTS ET
PROCÉDÉ DE FABRICATION DE CE DÉTECTEUR**

DESCRIPTION

DOMAINE TECHNIQUE

5 La présente invention concerne un détecteur bidimensionnel de rayonnements ionisants ainsi qu'un procédé de fabrication de ce détecteur.

 Les rayonnements ionisants que l'on détecte avec l'invention peuvent être constitués notamment de
10 rayons X, de photons gamma, de protons, de neutrons ou de muons.

 Le détecteur objet de l'invention permet de convertir un rayonnement ionisant incident en des particules également ionisantes, par exemple des
15 électrons, dont l'exploitation est plus facile que celle de ce rayonnement ionisant incident.

 L'invention s'applique notamment aux domaines suivants :

- 20 - radiographie instantanée d'objets très absorbants et/ou très volumineux,
- cinéradiographie ultrarapide de mobiles mécaniques,
- positionnement de patients en radiothérapie,
- physique des hautes énergies,
- neutronographie,
- 25 - protonographie,
- imagerie médicale et biologique (tomographies par émission de positrons), et

- imagerie par ouvertures codées pour inspecter des objets volumineux, faiblement radioactifs, ou des colis suspects, de façon passive ou très faiblement intrusive.

5 ÉTAT DE LA TECHNIQUE ANTÉRIEURE

On connaît déjà des détecteurs bidimensionnels de rayonnements ionisants qui sont constitués de plaques faites d'un métal lourd comme le plomb ou, plus précisément, d'un matériau ayant une
10 haute section efficace (« cross section ») d'interaction vis-à-vis d'un rayonnement ionisant incident.

A titre d'exemple, il est connu d'utiliser un métal de numéro atomique Z supérieur ou égal à 73
15 pour la détection de photons X ou gamma et un métal de numéro atomique Z généralement inférieur à 14 ou supérieur à 90 pour la détection de neutrons.

D'autres matériaux, tels que le Gadolinium ($Z=64$) sont également utilisables pour détecter des
20 neutrons.

Les plaques sont percées de trous par attaque chimique ou électrochimique et isolées électriquement les unes des autres si cela est nécessaire (lorsque l'épaisseur des plaques vaut
25 quelques centaines de micromètres ou plus).

Les trous sont remplis d'un gaz ionisable.

Un photon incident, X ou gamma, de haute énergie, engendre alors, par effet Compton ou effet de création de paires, au moins un électron dans l'une des
30 plaques du détecteur.

Ce photon incident X ou gamma communique à cet électron un mouvement rapide, avec une énergie cinétique de l'ordre de grandeur de celle du photon incident ; cet électron rapide ionise alors certaines
5 molécules du gaz contenu dans l'un des trous auquel parvient l'électron et que ce dernier traverse en général. Les électrons secondaires lents, qui sont arrachés à ces molécules du fait de l'ionisation de ces dernières, sont guidés le long de ce trou et collectés
10 à l'aide d'un champ électrique de polarisation (« bias »), encore appelé champ électrique de dérive (« drift »), puis détectés par exemple dans une chambre à ionisation ou dans une chambre à avalanches proportionnelles.

15 De tels détecteurs bidimensionnels sont par exemple décrits dans les documents [1], [2], [3], [6] et [7] qui, comme les autres documents cités par la suite, sont mentionnés à la fin de la présente description.

20 Le choix d'une structure de détection à trous vient de ce qu'une telle structure est connue pour être très favorable à l'obtention d'une bonne résolution spatiale et d'un bon rendement, à condition que les trous soient parfaitement formés et
25 suffisamment larges.

Une attaque chimique (« chemical etching ») est utilisée pour former ces trous : elle est préférée à la découpe par jet d'eau qui engendre un choc frontal lors de l'ouverture du jet, au commencement du perçage
30 d'un trou.

Ce choc frontal écaille le matériau dans lequel on veut former les trous, ce qui provoque un

éclatement de ce matériau et le rend impropre à une utilisation.

Mais, l'attaque chimique est une technique lente et coûteuse.

5 De plus, le rendement de collection des électrons secondaires et donc le rendement de ces détecteurs à trous sont limités du fait de l'utilisation de cette technique : seulement 10% à 30% des électrons secondaires créés à chaque ionisation du
10 gaz sont collectés.

En effet, une attaque chimique ne permet pas d'obtenir des trous dont les parois internes soient suffisamment cylindriques car elle engendre des étranglements dans les trous, ce qui déforme les lignes
15 du champ électrique et réduit le diamètre utile de ces trous, d'où un rendement global limité pour les détecteurs à trous.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

La présente invention a pour but de
20 remédier à ces inconvénients de coût élevé et de rendement limité et propose pour ce faire un détecteur utilisant des fentes au lieu de trous.

De façon précise, la présente invention a pour objet un détecteur bidimensionnel d'un rayonnement
25 ionisant incident constitué de premières particules dont les énergies sont supérieures ou égales à 100 keV, ce détecteur comprenant un bloc formé à partir d'un matériau convertisseur qui est apte à émettre des deuxièmes particules par interaction avec le
30 rayonnement ionisant incident, le bloc ayant une épaisseur au moins égale au dixième du libre parcours

moyen des premières particules dans le matériau, ce détecteur étant caractérisé en ce qu'il comprend en outre des fentes parallèles qui traversent le bloc et sont remplies d'un milieu fluide capable d'interagir
5 avec les deuxièmes particules pour produire des troisièmes particules, ces dernières étant représentatives, en intensité et en position, du rayonnement incident, le bloc étant orienté de façon à présenter, à ce rayonnement incident, une première face
10 sur laquelle débouchent les fentes.

Ces fentes structurent le bloc en lames.

Le détecteur objet de l'invention est réalisable avec un coût beaucoup plus faible que celui des détecteurs à trous, mentionnés plus haut.

15 De plus, le rendement de collection et la résolution spatiale du détecteur objet de l'invention sont susceptibles d'être très supérieurs à ces détecteurs à trous.

Le détecteur objet de l'invention est en
20 outre simple à fabriquer et a une surface utile de détection très importante.

Selon un premier mode de réalisation particulier du détecteur objet de l'invention, les fentes sont perpendiculaires à la première face du
25 bloc.

Selon un deuxième mode de réalisation particulier, les plans des fentes font un angle de l'ordre de 1° à 5° avec une droite perpendiculaire à cette première face du bloc.

30 Selon un mode de réalisation particulier du détecteur objet de l'invention, le milieu fluide dont sont remplies les fentes est apte à être ionisé par les deuxièmes particules (par exemple des électrons

énergétiques produits par effet Compton), ce milieu fluide produisant alors des électrons (du fait de l'ionisation de ce milieu), électrons qui constituent ainsi les troisièmes particules, et le détecteur
5 comprend en outre des moyens de création d'un champ électrique apte à extraire ces électrons du bloc.

Pour ce faire, on utilise par exemple un milieu gazeux ionisable.

Le détecteur peut comprendre en outre des
10 moyens d'analyse des électrons ainsi extraits du bloc.

Ces moyens d'analyse peuvent comprendre un amplificateur gazeux à avalanches, apte à produire des avalanches d'électrons à partir des électrons extraits du bloc.

15 Dans ce cas, on peut utiliser un milieu gazeux ionisable, apte à convertir les avalanches d'électrons en un rayonnement lumineux ou ultraviolet et munir les moyens d'analyse de moyens de détection de ce rayonnement lumineux ou ultraviolet.

20 Ces moyens de détection peuvent comprendre une caméra apte à détecter ce rayonnement lumineux ou ultraviolet ou une matrice de photodiodes en silicium amorphe placée contre l'amplificateur gazeux à avalanches.

25 Selon un premier mode de réalisation particulier de l'invention, le matériau est électriquement conducteur et le bloc est un empilement de couches de ce matériau, ces couches alternant avec des couches électriquement isolantes, l'empilement
30 commençant par une couche du matériau au niveau de la première face du bloc et se terminant également par une couche de ce matériau au niveau d'une deuxième face du bloc, qui est opposée à la première face et sur

laquelle débouchent les fentes, le détecteur comprenant en outre des moyens prévus pour porter les couches du matériau à des potentiels électriques qui croissent de la première face à la deuxième face afin de créer le
5 champ électrique.

La couche du matériau qui est située au niveau de la deuxième face du bloc peut être noircie pour éviter les réflexions parasites de lumière notamment ultraviolette.

10 Selon un deuxième mode de réalisation particulier de l'invention, le matériau est électriquement isolant ou fortement résistif, le bloc est un empilement de couches de ce matériau ou est fait de ce matériau à l'état massif, ce bloc comprenant en
15 outre des première et deuxième couches ou grilles qui sont électriquement conductrices et respectivement formées au niveau de la première face et au niveau d'une deuxième face du bloc, qui est opposée à la première face et sur laquelle débouchent les fentes, le
20 champ électrique étant créé en portant la première couche ou grille à un premier potentiel électrique et la deuxième couche ou grille à un deuxième potentiel électrique qui est supérieur au premier potentiel pour permettre l'extraction (dérive) des troisièmes
25 particules (électrons d'ionisation) créées par l'ionisation du milieu fluide.

Selon un autre mode de réalisation particulier de l'invention, le bloc est un empilement de lames faites d'un matériau convertisseur isolant ou
30 fortement résistif et espacées les unes des autres par des cales prévues pour définir les fentes parallèles du bloc, ce bloc comprenant en outre des première et deuxième couches ou grilles qui sont électriquement

conductrices et respectivement formées au niveau de la première face et au niveau d'une deuxième face du bloc, qui est opposée à la première face et sur laquelle débouchent les fentes, le champ électrique étant créé
5 en portant la première couche ou grille à un premier potentiel électrique et la deuxième couche ou grille à un deuxième potentiel électrique qui est supérieur au premier potentiel.

La présente invention concerne aussi un
10 procédé de fabrication du détecteur objet de l'invention.

Selon ce procédé on forme le bloc et l'on forme ensuite les fentes par une technique choisie dans le groupe comprenant :

- 15 - la découpe par jet d'eau,
- la découpe par étincelage, et
- la découpe par un fil tendu déroulant.

Selon un mode de mise en oeuvre particulier du procédé objet de l'invention, utilisable pour la
20 fabrication d'un détecteur conforme au premier ou au deuxième mode de réalisation particulier de l'invention (utilisation d'un matériau conducteur ou d'un matériau isolant ou fortement résistif), les couches utilisées sont collées les unes aux autres.

25 Avant de former chaque fente, on peut former dans le bloc un avant-trou à partir duquel on forme ensuite cette fente.

BREVE DESCRIPTION DES DESSINS

La présente invention sera mieux comprise à
30 la lecture de la description d'exemples de réalisation donnés ci-après, à titre purement indicatif et

nullement limitatif, en faisant référence aux dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est une vue en perspective schématique d'un mode de réalisation particulier du détecteur objet de l'invention,
- la figure 2 est une vue en coupe transversale schématique du détecteur de la figure 1, selon un plan P indiqué sur celle-ci,
- la figure 3 est une vue en perspective schématique d'un autre détecteur conforme à l'invention,
- la figure 4 est une vue en coupe transversale schématique et partielle d'un autre détecteur conforme à l'invention,
- la figure 5 illustre schématiquement un autre détecteur conforme à l'invention, et
- la figure 6 illustre schématiquement une variante de réalisation du détecteur de la figure 2.

EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS

Le détecteur bidimensionnel de rayonnement ionisant d'énergie supérieure ou égale à 100 keV conforme à l'invention, qui est schématiquement représenté sur la figure 1, comprend un bloc 2 formé à partir d'un matériau convertisseur, matériau ayant une haute section efficace d'interaction vis-à-vis de ce rayonnement ionisant.

Dans le cas de la figure 1, ce matériau est électriquement conducteur et, comme on le voit sur la figure 2, le bloc est un empilement de couches 4 de ce

matériau, ces couches 4 alternant avec des couches électriquement isolantes 6.

L'empilement commence par l'une des couches 4 en la première face 7 du bloc, face par laquelle le rayonnement ionisant pénètre dans le bloc 2, et se termine également par l'une de ces couches 4 en la deuxième face 8 du bloc, face qui est opposée à la première face.

Dans l'exemple représenté, le détecteur est destiné à détecter des photons X qui ont par exemple une énergie de 5 MeV.

Un photon X incident dont la trajectoire a la référence 9 sur les figures 1 et 2 interagit avec le matériau de l'une des couches 4 pour produire, par effet Compton ou création de paires (électron, positron), un électron de grande énergie cinétique, dont la trajectoire est représentée par la flèche 10 sur la figure 2.

On a également représenté par une flèche 12 la trajectoire du photon d'énergie inférieure à celle du photon X incident, qui résulte de l'interaction de ce dernier avec le matériau.

Le bloc 2 a une épaisseur E (comptée de la première face 7 à la deuxième face 8 du bloc) au moins égale au dixième du libre parcours moyen, dans le matériau conducteur, des photons X incidents, ce qui lui confère son haut pouvoir d'arrêt.

Conformément à l'invention, le détecteur des figures 1 et 2 comprend en outre des fentes parallèles 14.

A titre purement indicatif et nullement limitatif, le détecteur est disposé de façon que ces fentes soient horizontales ou, au contraire, verticales

mais toute autre orientation est envisageable, suivant l'utilisation qui est faite du détecteur.

Les fentes 14 traversent le bloc 2, de la première à la deuxième face de ce dernier, structurant ainsi ce dernier en lames, et sont remplies, d'une manière qui sera expliquée par la suite, d'un gaz qui est ionisable par les électrons résultant de l'interaction du rayonnement X incident avec le matériau conducteur de conversion.

Chaque électron ainsi créé interagit avec ce gaz dans une fente 14 pour produire des ions positifs et des électrons tel que l'ion symbolisé par la flèche 16 et l'électron symbolisé par la flèche 18 sur la figure 2.

On précise que les fentes 14, qui débouchent sur les faces 7 et 8, sont perpendiculaires à ces faces 7 et 8.

Le détecteur des figures 1 et 2 comprend aussi des moyens de création d'un champ électrique apte à extraire du bloc 2 les électrons résultant de l'ionisation du gaz, en provoquant le déplacement de ceux-ci dans les fentes où ils sont créés, vers la face 8.

Ceci est illustré sur la figure 2 pour l'électron dont la trajectoire a la référence 18.

L'ion correspondant à cet électron se dirige quant à lui vers la première face 7 sous l'effet du champ électrique.

Dans l'exemple représenté sur les figures 1 et 2, le champ électrique est créé grâce à des moyens de polarisation prévus pour porter les couches de matériau conducteur 4 à des potentiels électriques qui croissent de la première de ces couches, située au

niveau de la première face 7 du bloc, jusqu'à la dernière des couches 4, située au niveau de la deuxième face 8.

On précise que le bloc 2 est placé dans un boîtier hermétiquement fermé 20, contenant le gaz ionisable.

Au lieu de cela, le boîtier 20 pourrait être muni de moyens (non représentés) de circulation et de purification du gaz.

Ce boîtier 20 comprend une fenêtre 22 qui est transparente au rayonnement ionisant incident et située en regard de la première face 7 du bloc 2.

Dans l'exemple représenté, il s'agit d'une fenêtre 22 en aluminium qui est transparente aux rayons X incidents. On peut utiliser, si nécessaire, d'autres matériaux.

Les moyens de polarisation permettant de porter les couches 4 de matériau conducteur à des potentiels croissants comprennent des résistances électriques R_1 , R_2 ... R_n montées en série (figure 2).

On voit que chaque borne commune à deux résistances électriques adjacentes du montage en série est reliée à l'une des couches 4 du matériau conducteur, la première borne de la première résistance électrique R_1 étant, quant à elle, reliée à la première des couches 4 de matériau conducteur, située en regard de la fenêtre 22, tandis que la deuxième borne de la dernière résistance électrique R_n est reliée à la dernière des couches 4 de matériau conducteur, située au niveau de la deuxième face 8 du bloc 2.

Ces résistances sont formées à l'extérieur du boîtier 20 et connectées aux couches 4 de matériau conducteur à travers des passages électriquement

isolants (non représentés) de ce boîtier 20 mais elles peuvent aussi être formées à l'intérieur de ce boîtier.

Ces résistances électriques sont par exemple formées par gravure d'une couche conductrice par exemple en or, formée sur un élément (non représenté) en céramique électriquement isolante.

Les valeurs respectives des résistances sont ajustées en amincissant cette couche gravée, en utilisant par exemple une évaporation par laser pour ce faire.

On obtient alors les potentiels électriques croissants c'est-à-dire une rampe de potentiels en mettant la première borne de la première résistance R1 à la masse et en portant le deuxième borne de la dernière résistance Rn à une haute tension positive.

Le détecteur des figures 1 et 2 comprend aussi des moyens d'analyse des électrons qui sont extraits du bloc 2 grâce au champ électrique et qui sortent de celui-ci par la deuxième face 8.

Ces moyens d'analyse comprennent un amplificateur gazeux à avalanches 24, qui est apte à produire des avalanches d'électrons à partir de ces électrons extraits du bloc.

On voit sur la figure 2 que cet amplificateur 24 comprend deux grilles électriquement conductrices 26 et 28 qui sont placées dans le boîtier 20, en regard de la deuxième face 8 du bloc 2 et qui sont parallèles l'une à l'autre et à cette deuxième face 8.

La première grille, qui est la plus proche de cette deuxième face 8, est portée à un potentiel positif, supérieur au potentiel appliqué à la deuxième borne de la dernière résistance électrique Rn, et la

deuxième grille 28 est portée à un potentiel positif, supérieur au potentiel appliqué à la première grille 26.

5 Dans l'exemple représenté, les première et deuxième grilles sont respectivement portées à 10 kV et 16 kV, tandis que la couche 4 la plus proche de la fenêtre 7 est mise à la masse et la couche 4 la plus proche de la grille 26 est portée à 8 kV.

10 D'autres types d'amplificateurs à avalanches sont utilisables, par exemple des amplificateurs à avalanches de type PPAC, « MICROMEAS » (voir documents [4] et [5]) ou GEM.

On précise que le gaz ionisable est un mélange

- 15 - d'un gaz, par exemple l'argon, permettant la multiplication, par avalanche, des électrons extraits du bloc 2,
- d'un gaz, par exemple le diméthyl éther ou DME, permettant de maîtriser le coefficient
- 20 d'amplification de cette avalanche, et
- d'un gaz ou d'une vapeur, par exemple le triéthylamine ou TEA, apte à scintiller sous l'effet du flux d'électrons dans cette avalanche.

25 A titre purement indicatif et nullement limitatif, on utilise un mélange de 86% d'argon, de 12% de DME et de 2% de TEA.

Des exemples d'amplificateurs gazeux à avalanche sont donnés dans les documents [4] et [5].

30 Chaque électron, qui sort du bloc 2 par la deuxième face 8 de celui-ci, est successivement accéléré par les grilles conductrices 26 et 28 et engendre une avalanche électronique 29 essentiellement entre ces deux grilles.

De plus, cette avalanche engendre un rayonnement ultraviolet 30 par interaction avec le TEA.

En regard de la deuxième grille 28, le boîtier 20 comprend une fenêtre 32 qui est transparente
5 à ce rayonnement ultraviolet et par exemple en quartz.

A l'extérieur du boîtier 20, en regard de cette fenêtre en quartz 32, on dispose une caméra 34 apte à détecter ce rayonnement ultraviolet 30.

Bien entendu si l'on utilise un mélange
10 gazeux qui émet un rayonnement lumineux (visible) par interaction avec les avalanches électroniques, on utilise une caméra apte à détecter un tel rayonnement et la fenêtre 32 est alors choisie pour être transparente à ce rayonnement.

De plus, au lieu d'utiliser une caméra, on
15 peut utiliser une matrice de photodiodes en silicium amorphe (non représentée) pour détecter le rayonnement lumineux ou ultraviolet émis par interaction du mélange gazeux utilisé avec les avalanches électroniques.

On place alors cette matrice contre la
20 grille 28, ce qui permet un gain en compacité et en poids.

Pour éviter des réflexions parasites de lumière visible ou ultraviolette on peut noircir, par
25 exemple en oxydant un métal approprié, la face de la couche 4 qui se trouve en regard de la grille 26.

Le bloc 2 des figures 1 et 2 peut être remplacé par le bloc 36 schématiquement représenté en perspective sur la figure 3.

Dans le cas de la figure 3, on utilise un
30 matériau électriquement isolant, par exemple une céramique, un verre ou une matière plastique, ou fortement résistif, par exemple une céramique ou un

oxyde, avec une résistivité au moins égale à $10^5 \Omega \cdot \text{cm}$, et le bloc 36 est un empilement de couches 37 de ce matériau ou peut même être fait de ce matériau à l'état massif.

5 Dans le cas de la figure 3, le bloc 36 comprend aussi une première couche conductrice 38 et une deuxième couche conductrice 40 respectivement formées au niveau de la première face et au niveau de la deuxième face du bloc 36.

10 Ces couches conductrices 38 et 40 peuvent être remplacées par des grilles conductrices.

On voit aussi sur la figure 3 les fentes parallèles 14 qui traversent ce bloc 36 et sont perpendiculaires aux première et deuxième faces de
15 celui-ci. Elles structurent encore le bloc en lames.

Dans ce cas, le champ électrique est simplement créé grâce à des moyens (non représentés) aptes à porter la deuxième couche conductrice 40 à une haute tension positive, la première couche conductrice
20 38 étant mise à la masse.

A titre purement indicatif et nullement limitatif, les couches 4 sont en tungstène et les couches 6 en kapton (marque déposée), la distance entre la deuxième face 8 et la première grille 26 vaut 1,5 mm
25 et la distance entre les deux grilles 26 et 28 vaut 3 mm, l'épaisseur du bloc 2 ou 36 vaut 30 mm, l'épaisseur des couches conductrices 4 vaut 250 μm , l'épaisseur des couches isolantes 6 vaut environ 50 μm à 500 μm , l'épaisseur des couches conductrices 38 et 40
30 vaut 10 μm , ces couches conductrices 38 et 40 sont en cuivre, la largeur des fentes 14 vaut 500 μm , leur longueur L vaut environ 10 cm à 50 cm et ces fentes

sont séparées les unes des autres d'une distance de 700 μm .

Au lieu du tungstène on pourrait utiliser le plomb ou encore l'uranium appauvri en uranium 235
5 pour former les couches 4.

Au lieu d'être perpendiculaires à la première face 7 du bloc 2 ou 36, les fentes 14 ou, plus exactement, les plans de celles-ci, c'est-à-dire les plans médiateurs des fentes, plans qui s'étendent
10 suivant la longueur de celles-ci et qui ont une trace notée X dans le plan de coupe de la figure 4, peuvent faire un angle α de l'ordre de 1° à 5° avec un plan dont la trace est notée Y et qui est perpendiculaire à cette première face 7 comme l'illustre schématiquement
15 la figure 4.

On augmente ainsi avantageusement le pouvoir d'arrêt vis-à-vis du rayonnement ionisant incident, à condition d'orienter le détecteur de façon que ce rayonnement arrive sur la face 7 du bloc 2 ou 36
20 suivant une direction perpendiculaire à la couche 4 ou 38.

On précise en outre que l'épaisseur du bloc 2 ou 36 est choisie en fonction du pouvoir d'arrêt recherché.

25 De plus, les dimensions des fentes 14 et des couches constitutives du bloc 2 ou 36 sont choisies pour optimiser la résolution spatiale du détecteur correspondant et le rendement de collection (des électrons engendrés dans les fentes) de ce détecteur.

30 Il convient de noter que, dans l'art antérieur, l'épaisseur totale des plaques métalliques (comptée parallèlement au rayonnement ionisant

incident) était choisie pour pouvoir attaquer chimiquement ces plaques métalliques.

Dans le détecteur des figures 1 et 2, comme dans celui de la figure 3, l'épaisseur totale des couches constitutives du bloc 2 ou 36 est entièrement
5 fixée par les contraintes d'application du champ électrique (ou plus précisément électrostatique).

Ces couches peuvent être très minces ou, au contraire, très épaisses car l'usinage des fentes est
10 toujours possible.

L'utilisation de fentes conformément à l'invention, au lieu de trous, permet d'améliorer de façon spectaculaire le rendement du détecteur mais aussi, ce qui est inattendu, la résolution spatiale de
15 ce détecteur.

En effet, en considérant l'exemple de la figure 2, suivant la direction D1 perpendiculaire aux fentes 14, la résolution spatiale est déterminée par le pas entre ces fentes et, suivant la direction D2
20 perpendiculaire à D1, ne limite pas la diffusion des électrons qui dérivent dans les fentes mais l'expérience montre que cette diffusion des électrons n'est pas très importante et présente même une distribution de probabilité dont la largeur à mi-
25 hauteur est inférieure au pas entre les fentes 14, ce pas valant par exemple $500\text{ }\mu\text{m} + 700\text{ }\mu\text{m} = 1,2\text{ mm}$.

La figure 5 est une vue en perspective schématique d'un autre détecteur conforme à l'invention.

30 Dans le cas de la figure 5, le détecteur comprend un bloc 42 qui est un empilement de lames 44 d'un matériau convertisseur électriquement isolant ou fortement résistif, par exemple en céramique ou en

matière plastique, lames qui sont espacées les unes des autres par des cales inférieures 46 et des cales supérieures 48.

5 Ces cales sont par exemple en matière plastique.

Ces cales permettent la formation des fentes 14 entre les lames, chaque fente 14 étant délimitée par deux plaques voisines, une cale inférieure 46 et une cale supérieure 48.

10 Comme précédemment, les fentes 14 sont remplies d'un milieu fluide ionisable par les particules émises lors de l'interaction du rayonnement ionisant incident avec les lames 44.

15 Ce bloc 42 comprend aussi une première couche conductrice 49 et une deuxième couche conductrice 50 respectivement formées au niveau de la première face et au niveau de la deuxième face du bloc pour créer (en portant la première couche 49 à un premier potentiel électrique et la deuxième couche 50 à un deuxième potentiel électrique qui est supérieur au premier potentiel) le champ électrique permettant d'extraire du bloc 42 les électrons résultant de l'ionisation.

25 On peut, comme dans le cas de la figure 3, installer, à la place des couches 49 et 50, deux grilles électriquement conductrices, l'une au niveau de la première face du bloc, l'autre au niveau de la deuxième face.

30 On voit sur la figure 5 que ces couches (ou ces grilles) 49 et 50 sont pourvues de fentes, telles que les fentes 51, respectivement en regard des fentes 14 et prolongeant ces dernières.

On donne maintenant des exemples de procédés de fabrication d'un détecteur conforme à l'invention.

5 Dans le cas où le bloc est une alternance de couches conductrices et de couches isolantes on commence par fixer ces couches les unes aux autres par exemple par collage.

10 Dans le cas où le bloc est fait d'un matériau isolant massif on commence par fixer, par exemple par collage, les deux couches conductrices respectivement aux première et deuxième faces de ce bloc massif.

15 Dans le cas où l'on utilise un matériau isolant sous forme de couches on commence par fixer ces couches les unes aux autres par exemple par collage puis l'on fixe encore les première et deuxième couches conductrices respectivement aux première et deuxième faces du bloc par exemple par collage.

20 Le bloc étant obtenu, on forme alors les fentes par exemple par découpe par jet d'eau, par découpe par étincelage ou par découpe par un fil tendu déroulant.

25 On précise que le collage présente l'avantage, notamment dans le cas de la découpe par jet d'eau, d'éviter une dispersion accidentelle du jet d'eau entre les couches lors de la découpe.

30 Avant la formation de chaque fente, on peut former un trou (pré-perçage) à travers le bloc puis former la fente à partir de ce trou par exemple au moyen d'un jet d'eau émis par une buse que l'on déplace par rapport au bloc.

Ce trou, que l'on peut par exemple former par attaque chimique ou toute autre technique, permet d'éviter un choc frontal dû à l'ouverture du jet d'eau.

Cependant, la formation d'un tel trou n'est
5 pas nécessaire si les matériaux utilisés pour former le bloc ne s'écaillent pas.

La formation des fentes est donc très rapide.

En tant que milieu fluide ionisable, on
10 peut utiliser, au lieu d'un gaz, un liquide comme par exemple Xe, ou une phase supercritique comme par exemple CO₂ (en phase supercritique).

La figure 6 illustre schématiquement une variante de réalisation de la figure 2. Le détecteur de
15 la figure 6 comprend une couche isolante 6 supplémentaire formée sur la dernière des couches 4, située au niveau de la deuxième face 8 du bloc 2 et une couche électriquement conductrice 4a formée sur cette couche supplémentaire 6. Cette couche 4 a (alors
20 traversée, comme la couche adjacente 6, par les fentes 14) est faite d'un matériau électriquement conducteur absorbant prévu pour absorber les particules secondaires créées dans la dernière des couches 4, dans le but d'améliorer la résolution spatiale en empêchant
25 que ces particules secondaires ne pénètrent directement dans la zone d'amplification gazeuse à avalanches sous un grand angle (créant ainsi un flou).

Le détecteur de l'invention est utilisable par exemple pour des applications de type tomographie
30 par émission de positrons (PET scanner, où l'énergie incidente est de l'ordre de 0,5 MeV) ou en radiothérapie à des énergies de l'ordre du MeV. Si le rayonnement incident est constitué de photons X, le

détecteur selon l'invention est utilisable dans toute application dans laquelle l'effet photoélectrique est négligeable devant les autres types d'interaction (effet Compton ou création de paires par exemple).

5

Les documents cités dans la présente description sont les suivants :

- [1] V. Perez-Mendez, S.I. Parker, IEEE Trans. Nucl.Sci. NS-21 (1974) 45
- 10 [2] S.N. Kaplan, L. Kaufman, V. Perez-Mendez, K. Valentine, Nuclear Instruments and Methods 106 (1973)397
- [3] A.P. Jeavons, G. Charpak, R.J. Stubbs, NIM 124 (1975) 491-503
- 15 [4] FR 2739941 A, « Détecteur de position, à haute résolution, de hauts flux de particules ionisantes », Invention de G. Charpak, I. Giomataris, Ph. Rebourgard et J.P. Robert - voir aussi demande internationale WO 97/14173
- 20 [5] FR 2762096 A, « Détecteur de particules à électrodes parallèles multiples et procédé de fabrication de ce détecteur », Invention de G. Charpak, I. Giomataris, Ph. Rebourgeard et J.P. Robert - voir aussi EP 0872874 A
- 25 [6] J.L. Gerstenmayer, D. Lebrun et C. Hennion, « Multi Step Parallel Plate Avalanche Chamber as a 2D imager for MeV pulsed radiography », Proceedings, in SPIE, vol.2859, pages 107 à 114, colloque SPIE, 7-8 août 1996, Denver Colorado

- [7] J.L. Gerstenmayer, « High DQE performance X- and Gamma-ray fast imagers : emergent concepts », 1998 Symposium on Radiation Detection and Measurement, Ann Arbor, Michigan, 11 au 14 mai 1998, Proceedings in Nuclear and Methods in Physics Research A.

REVENDICATIONS

1. Détecteur bidimensionnel d'un rayonnement ionisant incident (9) constitué de premières particules dont les énergies sont supérieures ou égales à 100 keV, ce détecteur comprenant un bloc (2, 36, 42) formé à partir d'un matériau convertisseur qui est apte à émettre des deuxièmes particules par interaction avec le rayonnement ionisant incident, le bloc ayant une épaisseur au moins égale au dixième du libre parcours moyen des premières particules dans le matériau, ce détecteur étant caractérisé en ce qu'il comprend en outre des fentes parallèles (14) qui traversent le bloc et sont remplies d'un milieu fluide capable d'interagir avec les deuxièmes particules pour produire des troisièmes particules, ces dernières étant représentatives, en intensité et en position, du rayonnement incident, le bloc étant orienté de façon à présenter, à ce rayonnement incident, une première face (7) sur laquelle débouchent les fentes.
2. Détecteur selon la revendication 1, dans lequel les fentes (14) sont perpendiculaires à la première face (7) du bloc (2, 36).
3. Détecteur selon la revendication 1, dans lequel les plans des fentes (14) font un angle (α) de l'ordre de 1° à 5° avec une droite (Y) perpendiculaire à la première face (7) du bloc.
4. Détecteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel le milieu fluide est apte à être ionisé par les deuxièmes particules, ce milieu fluide produisant alors des électrons qui constituent ainsi les troisièmes particules, et le détecteur comprend en outre des moyens (R1 ... Rn, 38-

40) de création d'un champ électrique apte à extraire ces électrons du bloc.

5. Détecteur selon la revendication 4, dans lequel le milieu fluide est gazeux.

5 6. Détecteur selon l'une quelconque des revendications 4 et 5, comprenant en outre des moyens (24-26, 34) d'analyse des électrons ainsi extraits du bloc.

10 7. Détecteur selon la revendication 6, dans lequel les moyens d'analyse comprennent un amplificateur gazeux à avalanches, apte à produire des avalanches d'électrons (29) à partir des électrons extraits du bloc.

15 8. Détecteur selon la revendication 7, dans lequel le milieu fluide est gazeux et apte à convertir les avalanches d'électrons en un rayonnement lumineux ou ultraviolet (30) et dans lequel les moyens d'analyse comprennent en outre des moyens (34) de détection de ce rayonnement lumineux ou ultraviolet.

20 9. Détecteur selon la revendication 8, dans lequel les moyens de détection du rayonnement lumineux ou ultraviolet comprennent une caméra (34) apte à détecter ce rayonnement lumineux ou ultraviolet ou une matrice de photodiodes en silicium amorphe placée
25 contre l'amplificateur gazeux à avalanches.

10. Détecteur selon l'une quelconque des revendications 4 à 9, dans lequel le matériau est électriquement conducteur et le bloc (2) est un empilement de couches (4) de ce matériau, ces couches
30 alternant avec des couches (6) électriquement isolantes, l'empilement commençant par une couche (4) du matériau au niveau de la première face (7) du bloc et se terminant également par une couche (4) de ce

matériau au niveau d'une deuxième face (8) du bloc, qui est opposée à la première face et sur laquelle débouchent les fentes, le détecteur comprenant en outre des moyens (R1 ... Rn) prévus pour porter les couches
5 du matériau à des potentiels électriques qui croissent de la première face à la deuxième face afin de créer le champ électrique.

11. Détecteur selon la revendication 10, comprenant en outre une couche supplémentaire (4a)
10 formée sur une couche électriquement isolante supplémentaire (6) elle même formée sur la dernière couche (4) dudit matériau, qui se trouve au niveau de la deuxième face (8) du bloc (2), cette couche supplémentaire (4a) étant faite d'un matériau
15 électriquement conducteur et apte à absorber les deuxièmes particules créées dans la dernière couche (4), ces couches supplémentaires (4a, 6) étant traversées par les fentes.

12. Détecteur selon la revendication 10,
20 dans lequel la couche (4) du matériau qui est située au niveau de la deuxième face (8) du bloc est noircie pour éviter les réflexions parasites de lumière.

13. Détecteur selon l'une quelconque des revendications 4 à 9, dans lequel le matériau est
25 électriquement isolant ou fortement résistif, le bloc (36) est un empilement de couches (37) de ce matériau ou est fait de ce matériau à l'état massif, ce bloc comprenant en outre des première et deuxième couches ou grilles (38, 40) qui sont électriquement conductrices
30 et respectivement formées au niveau de la première face (7) et au niveau d'une deuxième face (8) du bloc, qui est opposée à la première face et sur laquelle débouchent les fentes, le champ électrique étant créé

en portant la première couche ou grille à un premier potentiel électrique et la deuxième couche ou grille à un deuxième potentiel électrique qui est supérieur au premier potentiel.

5 14. Détecteur selon l'une quelconque des revendications 1, 2 et 4 à 9, dans lequel le bloc (42) est un empilement de lames (44) faites d'un matériau convertisseur isolant ou fortement résistif et espacées les unes des autres par des cales (46, 48) prévues pour
10 définir les fentes parallèles (14) du bloc, ce bloc comprenant en outre des première et deuxième couches ou grilles (49, 50) qui sont électriquement conductrices et respectivement formées au niveau de la première face (7) et au niveau d'une deuxième face (8) du bloc, qui
15 est opposée à la première face et sur laquelle débouchent les fentes, le champ électrique étant créé en portant la première couche ou grille à un premier potentiel électrique et la deuxième couche ou grille à un deuxième potentiel électrique qui est supérieur au
20 premier potentiel.

15 15. Procédé de fabrication du détecteur selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, dans lequel on forme le bloc (2, 36) et l'on forme ensuite les fentes (14) par une technique choisie dans le
25 groupe comprenant :

- la découpe par jet d'eau,
- la découpe par étincelage, et
- la découpe par un fil tendu déroulant.

30 16. Procédé selon la revendication 15, pour la fabrication du détecteur selon l'une quelconque des revendications 10 à 13, dans lequel les couches (4-6, 37-38-40) utilisées sont collées les unes aux autres.

17. Procédé selon l'une quelconque des revendications 15 et 16, dans lequel, avant de former chaque fente (14), on forme dans le bloc (2, 36) un avant-trou à partir duquel on forme ensuite cette

5 fente.

